

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-052027

(43)Date of publication of application : 22.02.2000

(51)Int.Cl.

B23K 1/00  
B23K 20/00  
B23K 35/26  
H05K 3/34  
// C22C 13/00

(21)Application number : 10-227153

(71)Applicant : NIHON ALMIT CO LTD

(22)Date of filing : 11.08.1998

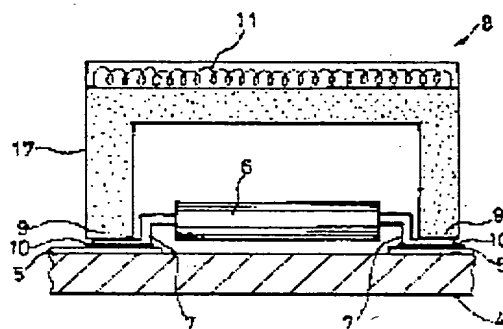
(72)Inventor : KAWAGUCHI TORANOSUKE  
NASU AKIKO

### (54) HIGH TEMPERATURE RESISTANT METAL JOINTING METHOD

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To carry out soldering at comparatively low temperature by inserting only Sn as a solder alloy filler between metals to be joined, rising the temperature of the jointed part to more than the melting temperature of the filler, and carrying out the liquid phase dispersion till the solder alloy filler phase in a metal component is vanished.

**SOLUTION:** Sn is powdered, and a filler paste 10 with which a flux is kneaded, is applied on a jointed part of a printed base material 4, namely a metallic foil pattern 5. Then, a jointed part of an electronic part 6, namely a lead 7 is put on the metallic foil pattern 5, and a bottom part 9 of a press heating device 8 is put on the lead 7. The bottom part 9 is heated by a heating wire 11. Thereby, the filler paste 10 is fused for adhering the lead 7 on the metallic foil pattern 5. Furthermore, in a process that the filler paste 10 is fused, heated, and held, the pressure of 0.001-3.0 kg/mm<sup>2</sup> is applied to the jointed part by the bottom part 9 of the press heating device 8.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-52027

(P2000-52027A)

(43) 公開日 平成12年2月22日 (2000. 2. 22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 3 K 1/00	3 3 0	B 2 3 K 1/00	J 4 E 0 6 7
20/00	3 1 0	20/00	3 3 0 D 5 E 3 1 9
35/26	3 1 0	35/26	3 1 0 A
H 0 5 K 3/34	5 0 7	H 0 5 K 3/34	3 1 0 A
			5 0 7 C
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-227153

(22) 出願日 平成10年8月11日 (1998. 8. 11)

(71) 出願人 390018577

日本アルミット株式会社

東京都中野区弥生町2丁目14番2号 アルミットビル

(72) 発明者 川口 寅之輔

東京都中野区弥生町2丁目14番2号 アルミットビル 日本アルミット株式会社内

(72) 発明者 那須 昭子

東京都中野区弥生町2丁目14番2号 アルミットビル 日本アルミット株式会社内

(74) 代理人 100086461

弁理士 齋藤 和則

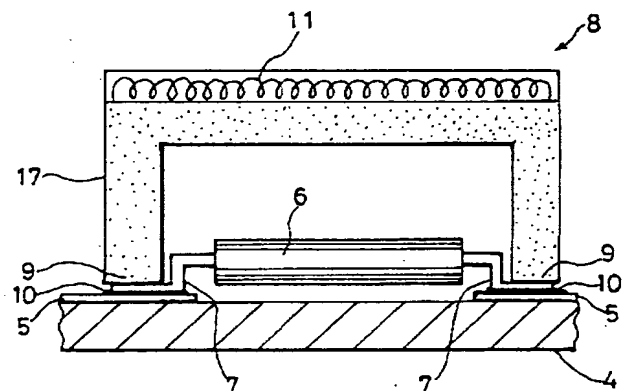
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐高温用金属接合法

(57) 【要約】

【課題】 比較的低温で半田付けを行うことができ、しかも、液相拡散によって半田合金組織を消失し、被接合部は半田付け温度以上の高温にも十分に耐えることが出来るという特殊な用途に使用され、場合によっては、Pbフリー半田合金で金属接合を行うことができる耐高温用金属接合法を提供する。

【解決手段】 Snのみ、あるいは、Sn合金を、半田合金フィラーとして被接合金属間に挿入し、前記被接合金属の被接合部の温度を半田合金フィラーの熔融温度以上に上昇させ、前記被接合部分において、顕微鏡により観察される金属組織の前記フィラー相が消滅するまで液相拡散を行うことを特徴とする耐高温用金属接合法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Snのみを、半田合金フィラーとして被接合金属間に挿入し、前記被接合金属の被接合部の温度を前記半田合金フィラーの熔融温度以上に上昇させ、前記被接合部分において、顕微鏡により観察される金属組織の前記半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行うことを特徴とする耐高温用金属接合法。

【請求項2】 前記Snに、前記Snと共晶を形成する1種類以上の添加元素が0.001～80重量%添加されたSn合金を、前記半田合金フィラーとして用いる請求項1記載の耐高温用金属接合法

【請求項3】 前記添加元素として、Ag、Au、Bi、Ca、Ce、Cu、Ge、In、La、Li、Mg、Na、P、Pb、Znから1種類以上が選択される請求項2記載の耐高温用金属接合法。

【請求項4】 前記被接合部に1mm<sup>2</sup> 当たり0.001～3.0Kgの圧力を加え、前記液相拡散を促進する請求項1から3のいずれかに記載の耐高温用金属接合法。

【請求項5】 前記Snあるいは前記Sn合金が粉末化され、粉末化された前記Snあるいは前記Sn合金に、フラックスが混練されたフィラーペーストがプリント基板の前記被接合部である金属箔パターン上に塗布され、電子部品の前記被接合部であるリードが前記金属箔パターン上に搭載され、押圧加熱装置の下端部が前記リード上に載置され、前記リードを加熱することにより前記フィラーペーストを熔融させて前記リードを前記金属箔パターン上に固着させ、前記金属箔パターンに塗布された前記フィラーペーストが熔融され、かつ、継続して加熱保持される過程において、前記被接合部に1mm<sup>2</sup> 当たり0.001～3.0Kgの圧力を加える請求項1から4のいずれかに記載の耐高温用金属接合法。

【請求項6】 前記リードが前記金属箔パターン上に当接される側に凸部を設け、前記被接合部に1mm<sup>2</sup> 当たり0.001～3.0Kgの圧力を加えることによって、前記液相拡散の促進化を可能にする請求項5記載の耐高温用金属接合法。

【請求項7】 還元性ガス雰囲気中、あるいは、不活性ガス雰囲気中で行う請求項1から6のいずれかに記載の耐高温用金属接合法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半田接合部が必要とする耐熱温度以下で接合可能で、この半田接合部が使用上必要とする所定の耐熱温度にも十分に耐える接合を行うことが出来る耐高温用金属接合法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、半田合金としては、(1) Snが60重量%、Pbが40重量%から成り、熔融温度が190℃の低温用半田合金と、(2) Snが10重量%、Pbが90重量%から成り、熔融温度が300℃の高温

用半田合金の2種類が広く利用されている。近時、環境問題からPbフリー化が叫ばれているが、上記(1)の低温用半田合金の場合は、Snが主成分のSnベース合金を用いることによって、Pbフリー化が達成されるが、上記(2)の高温用半田合金に関しては、今のところPbフリー化の解決の見通しは全く無い。また、最近、焼却炉の廃熱を利用するために熱電素子を取り付ける場合があるが、この取り付けのための高温用半田合金として、上記(2)の高温用半田合金の熔融温度300℃以上の高温にも耐えることが出来る半田合金が要求され始めている。このような見地から見ると、300～400℃の高温で使用できる半田合金は現存しない。この理由については後述する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 現状では、高温用半田合金として、Snが10重量%、Pbが90重量%から成り、Pbを多く含む半田合金が広く利用されている。

しかし、Pbを90重量%も含む高温用半田合金の環境問題という見地から要求され始めているPbフリー化は、現時点では全く不可能であると思われる。この理由は、半田合金を構成する主成分のPbに相当する有用な金属が、熔融温度が300℃～400℃の間には存在しないからである。熔融温度321℃のCdが存在するが、CdはPb以上の有害金属であるため、半田合金として使用することは出来ない。上述のSnが10重量%、Pbが90重量%から成り、Pbを多く含む半田合金は、従来、プリント基板の実装においても相当量用いられてきている。従来、フィラー金属として広く使用されてきた合金は、黄銅ろう、銀ろう、リン銅ろう等であるが、主として800°F(426℃)以上で用いられている。アメリカ金属学会(ASM)の規定によると、800°F(426℃)以上の接合をろう付け(brazing)と称し、800°F(426℃)以下の接合を半田付け(soldering)と定義している。そこで、本発明は、比較的低温で半田付けを行うことができ、しかも、液相拡散によって半田合金組織を消失し、被接合部は半田付け温度以上の高温にも十分に耐えることが出来るという特殊な用途に使用され、場合によっては、Pbフリー半田合金によっても耐高温用金属接合を行うことができる耐高温用金属接合法を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、Snのみを、半田合金フィラーとして被接合金属間に挿入し、前記被接合金属の被接合部の温度を前記半田合金フィラーの熔融温度である232℃以上に上昇させ、前記被接合部分において、顕微鏡により観察される金属組織の前記半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行うことを特徴とする耐高温用金属接合法である。さらに、本発明は、前記Snに、前記Snと共晶を形成する1種類以上

の添加元素が0.001～80重量%添加されたSn合金を、前記半田合金フィラーとして用いる上記耐高温用金属接合法である。

【0005】さらに、本発明は、前記添加元素として、Ag, Au, Bi, Ca, Ce, Cu, Ge, In, La, Li, Ma, Na, P, Pb, Znから1種類以上選択される上記耐高温用金属接合法である。ここで、Pbフリー化を目的とする場合には、Pbを除外する。さらに、本発明は、前記被接合部に1mm<sup>2</sup>当たり0.001～3.0Kgの圧力を加え、前記液相拡散を促進する上記耐高温用金属接合法である。

【0006】さらに、本発明は、前記Snあるいは前記Sn合金が粉末化され、フラックスが混練されたフィラーペーストがプリント基板の前記被接合部である金属箔パターン上に塗布され、電子部品の前記被接合部であるリードが前記金属箔パターン上に搭載され、押圧加熱装置の下端部が前記リード上に載置され、前記リードを加熱することにより前記フィラーペーストを溶融させて前記リードを前記金属箔パターン上に固着させ、前記金属箔パターンに塗布された前記フィラーペーストが溶融され、かつ、継続して加熱保持される過程において、前記被接合部に1mm<sup>2</sup>当たり0.001～3.0Kgの圧力を加える上記耐高温用金属接合法である。さらに、本発明は、前記リードが前記金属箔パターン上に当接される側に凸部を設け、前記被接合部に1mm<sup>2</sup>当たり0.001～3.0Kgの圧力を加えることによって、前記液相拡散の促進化を可能にする直前上記の耐高温用金属接合法である。さらに、本発明は、還元性ガス雰囲気中、あるいは、不活性ガス雰囲気中で行う上記耐高温用金属接合法である。

【0007】本発明によれば、接合時においてフィラーは、加熱されることによって均一液相あるいは液相と固相が混在する状態になり、当然、被接合面とフィラー間において0液相拡散という促進現象を伴う。元々、半田付け接合部の接合強度が、それ程強くなく、かつ、再度、溶融温度に到達したとき、両者が剥離してしまうのは、そこにフィラー相が残留していることによる。図1、図2に示されるように、2つの被接合金属の被接合部1、2の間の半田合金フィラー3による間隙を間隙部とすると、接合部の強度は放物線状に低下するが、間隙部も広がって右側に至ると、接合強度は、ほぼ一定となり、半田合金フィラー3自体と同一の強度を示すに至る。ここで、本発明は、フィラー相が消滅されるまで、拡散を行わせることによって、間隙部もを、ほぼ消滅させて、図1の縦軸付近における原子間接合を可能とするものである。このため、このときの接合強度は、半田合金フィラー3自体の強度をはるかに超えることとなる。このような現実の接合作業においては、拡散時間をいかに短縮するかが問題であり、半田合金フィラー相の消滅進行度は、テスト後のテスト片の接断面を顕微

鏡で見ることによって、可能であるが、接合部の電気抵抗値の時間的変化を測定することによっても、進行状況を連続的に観察でき、判定することが可能となる。

【0008】接合部における拡散を進行させるポイントとしては、以下の条件を挙げることが出来る。

(1) 接合加熱温度において、フィラーの少なくとも一部に液相が存在すること、(2) フィラーとして厚さは出来るだけ薄くし、可及的にフィラー使用量を減量すること、(3) 接合部における間隙間隔を小さくするため、接合部に外側から圧力を加えること、(4) 拡散温度は、被接合材の加熱可能温度範囲内で温度を高めること、(5) 拡散温度は、コストの観点から可能な限り長くすること、(6) 拡散処理は、不活性ガス雰囲気中、還元性ガス雰囲気中、あるいは、真空中が望ましい。

【0009】拡散要因の1つであるフィラー組成としては、Pbフリーということを目的とした場合には、Pbを含まないSn金属ベースであることを前提とする。しかも、拡散温度というと、その溶融温度を低下させるということから、適当な共晶組織組成の金属を選択することが賢明である。このときのSnとの共晶合金については、これらの添加元素を組み合わせることによって、3元、4元…という多元系共晶合金を作成することが出来る。さらに、溶融点を下げることも可能となる。このときのSnベースの共晶合金を形成することが出来る元素としては、状態図集から見て、Ag, Au, Bi, Ca, Ce, Cu, Ge, In, La, Li, Mg, Na, P, Pb, Zn等が挙げられる。上記の組成によりフィラー組成が決定した場合には、半田合金中の液相、あるいは、液相と固相とが共存できる温度範囲を拡散温度とする。元々、同一組成において拡散は、外部条件が一定の場合には、時間と温度の関数であるので、所要の拡散時間が決まってくる。

【0010】拡散に当たっては、被接合金属間に空隙の存在しないことが重要であり、このために、押圧は拡散にとっても重要条件である。例えば、図2に示される押圧加熱装置により押圧することも可能であるが、QFP実装法等の場合には、LSI等の素子自重自体も押圧効果を及ぼす。加熱雰囲気としては、使用フィラー金属の酸化傾向を考慮して、不活性雰囲気中で拡散することが好適である。例えば、Sn-Ag-Li系のSnベース3元共晶合金をフィラーとして使用する場合等がこれに該当する。次に、被接合物の拡散面の処理としては、予め酸化物を除去しておくことが望ましいが、被接合金属の材質を考慮することによって、例えば、Snをベースとしたフィラー組成としては、Ag, Au, Bi, Ca, Ce, Cu, Ga, Ge, In, La, Li, Mg, Na, P, Pb, Zn等から1種類以上を選択添加する。次に、拡散促進剤としては、無機質のものとして塩化亜鉛、有機質のものととしてロジン系のものを、予め、被接合金属に薄く塗布しておくことも効果的

であり、拡散時間の短縮を補助的に可能にする。また、フィラー合金自体に予めこのような促進剤をコートしておくことも効果がある。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、図面を参照して、その実施の形態に基づいて説明する。

【実施例1】Inが50重量%、Snが50重量%から成り、厚さ0.05mmの薄片の表裏にフラックスとして塩化亜鉛溶液をコートした半田合金フィラーを、銅板の間に挿入し、被接合金属の接合部に1mm<sup>2</sup>当たり0.001Kgの荷重が被接合金属の接合部に加わるように加圧して、135℃で50分間加熱し、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行った。この加熱はN<sub>2</sub>雰囲気中で行った。この結果、接合銅板の剥離テストを行った結果、15kgf・mm<sup>2</sup>の剥離強度が得られた。切断面顕微鏡組織には、In-Sn合金層の存在は見られなかった。また、上記のテストピースを用いて300℃、250gの荷重下で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。このことは、顕微鏡により見ることが出来る接合部の組織の内に、In-Sn合金層が残留していないことに起因すると思われる。

#### 【0012】

【実施例2】Inが30重量%、残部がSnから成り、厚さが0.07mmの半田合金箔を半田合金フィラーとして用い、被接合金属の接合部に1mm<sup>2</sup>当たり1.5Kgの荷重が被接合金属の接合部に加わるように荷重を置き押圧加圧して、半田付け温度を150℃として、60分間その温度を保持して顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行い試験片を作成した。この試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。このことは、In-Sn合金層が残留していないことに起因すると思われる。

【実施例3】厚さが0.01mmのSnのみから成る箔の半田合金フィラーを用い、被接合金属の接合部に1mm<sup>2</sup>当たり1.5Kgの荷重が被接合金属Cuの接合部に加わるように加圧して、半田付け温度を250℃として、50分間その温度を保持して、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行い作成した試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。このことは、金属Sn層が残留していないことに起因すると思われる。

#### 【0013】

【実施例4】Snが95.2重量%、Agが2.5重量%、Biが2.0重量%、Cuが0.3重量%の化学組成から成る厚さが0.03mmの箔を半田合金フィラーとして用い、Cuメッキを施してあるBi-Te熱電素子を、プリント基板のCuから成る金属箔パターン上に

220℃の温度で半田付けを行った。拡散時間60分間保持し、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行った後、空冷した。この試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。また、接合部に半田合金フィラー相は残存していなかった。

【実施例5】Naを2.5重量%、Ceを0.10重量%、残部がSnから成る半田合金フィラーを、厚さ0.10mmにし、Cu板とCu板との間に挿入して、235℃で加熱拡散し、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行い、加熱保持時間30分間で接合を終了した。この作業は、窒素ガス雰囲気中で行った。この試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。

#### 【0014】

【実施例6】Geを1.5重量%、Znを5重量%、残部Snから成る半田合金フィラーを用い、Cu板に230℃で半田付けし、この温度で60分間保持して、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行った。この試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。Znの添加によって拡散を促進することが出来たことによると思われる。

【実施例7】Mgを1.3重量%、Pを0.003重量%、Caを0.01重量%、残部がSnから成る半田合金フィラーを、厚さ0.10mmにし、Cu板とCu板との間に挿入して、水素雰囲気中で、218℃で加熱拡散し、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行い、40分間加熱保持した。半田合金フィラー中にMgのような酸化されやすい金属を含む場合には、特に、還元性雰囲気中を行うことが好適である。この試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。

#### 【0015】

【実施例8】Pbを3重量%、Pを0.001重量%、Liを0.02重量%、Laを0.02重量%、残部がSnから成る半田合金フィラーを、厚さ0.50mmにし、Cu板とCu板との間に挿入して、アルゴン雰囲気中で、210℃で加熱拡散し、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金フィラー相が消滅するまで液相拡散を行い、45分間加熱保持した。この試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。

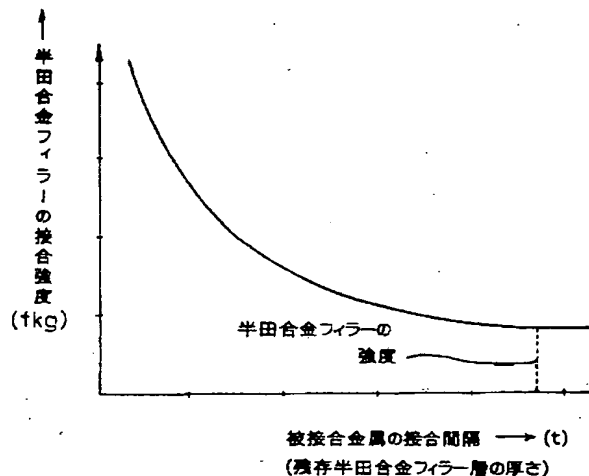
【実施例9】Auを1.5重量%、残部がSnから成る半田合金フィラーを、厚さ0.01mmにし、Cu板とCu板との間に挿入して、アルゴン雰囲気中で、AuとSnとの共晶温度217℃より15℃高い232℃で加熱拡散し、顕微鏡により観察される金属組織の半田合金

フィラー相が消滅するまで液相拡散を行い、50分間加熱保持した。この試験片について、300℃で剥離テストを行った結果、剥離を起こすことはなかった。

【0016】以下、上記本発明の方法に用いられ、被接合金属の前記接合部に1mm<sup>2</sup>当たり0.001～3.0Kgの圧力を加える本発明の耐高温用金属接合法について図3を参照して説明する。SnあるいはSn合金が粉末化され、フラックスが混練されたフィラーペースト10がプリント基板4の被接合部である金属箔パターン5上に塗布される。次に、電子部品6の前記被接合部であるリード7が金属箔パターン5上に搭載され、押圧加熱装置8の下端部9がリード7上に載置される。下端部9は電熱線11により加熱される。次に、リード7を電熱線11により加熱することによりフィラーペースト10が熔融され、リード7を金属箔パターン5上に固着させる。さらに、金属箔パターン5に塗布されたフィラーペースト10が熔融、かつ、加熱保持される過程において、被接合部に押圧加熱装置8の下端部9により1mm<sup>2</sup>当たり0.001～3.0Kgの圧力が加えられる。さらに、図4に示されるように、リード7が金属箔パターン5上に当接される側に凸部7aを設けることにより、被接合部に1mm<sup>2</sup>当たり0.001～3.0Kgの圧力を加えるが、この時、接合部における加圧効果によって、液相拡散が促進される場合もある。

【0017】

【図1】



【図4】



【発明の効果】本発明は、以上説明したように、比較的低温で半田付けを行うことができ、しかも、液相拡散によって半田合金組織を消失し、被接合部は半田付け温度以上の高温にも十分に耐えることが出来るという特殊な用途に使用され、場合によっては、Pbフリー半田合金によっても耐高温用金属接合を行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の耐高温用金属接合法における被接合金属の接合間隔と接合強度の関係説明図である。

【図2】本発明の耐高温用金属接合法における被接合金属の接合間隔と接合強度の関係説明図である。

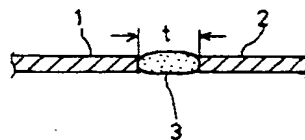
【図3】本発明の耐高温用金属接合法に用いられる押圧効果を高めるための押圧加熱装置の構成図である。

【図4】本発明の耐高温用金属接合法に用いられる押圧効果を集散的に高めるための押圧加熱装置の部分構成図である。

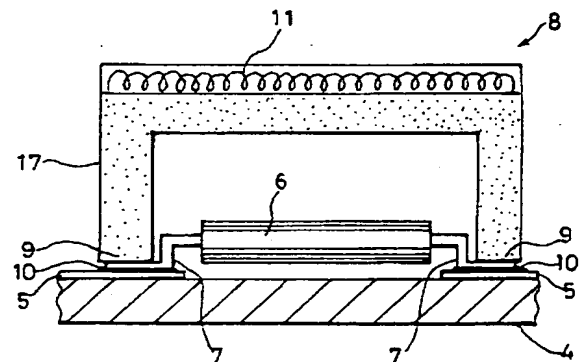
【符号の説明】

- 1, 2 被接合部
- 3 半田合金フィラー
- 4 プリント基板      5 金属箔パターン
- 6 電子部品          7 リード      7a 凸部
- 8 押圧加熱装置      9 下端部
- 10 フィラーペースト
- 11 電熱線

【図2】



【図3】



(6) 開2000-52027 (P2000-520JL

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	フォーマット (参考)
H05K 3/34	507 512	H05K 3/34	507N 512C
// C22C 13/00		C22C 13/00	

Fターム(参考) 4E067 AA14 AB06 BA05 DB03 DB04  
DC02 EA04 EC03  
5E319 AA03 AC01 BB01 BB05 CC33

[0004]

Means for Solving the Problem

The present invention is a highly thermal resistant metal joining method  
5 characterized by inserting only Sn between joined metal as a solder alloy filler, raising  
the temperature of joined parts of the joined metal to at least 232°C that is the melting  
temperature of the solder alloy filler, and dispersing, at the joined parts, the liquid phase  
until the solder alloy filler in the metal composite is eradicated when observed with a  
microscope. Also, the present invention is the above highly thermal resistant metal  
10 joining method that uses an Sn alloy, in which 0.001 to 80% by weight of at least one  
type of additive element that forms crystals with Sn has been added to Sn, as the solder  
alloy filler.

[0005] Additionally, the present invention is the above highly thermal resistant metal  
15 joining method in which at least one of Ag, Au, Bi, Ca, Ce, Cu, Ge, In, La, Li, Ma, Na,  
P, Pb, and Zn is selected as the additive element. Here, when a Pb-free composition is  
desired, Pb is excluded from the list. Also, the present invention is a highly thermal  
resistant metal joining method that applies a pressure of 0.001 to 3.0Kg/mm<sup>2</sup> to the  
joined part to promote dispersion of the liquid phase.

20

[0006] In addition, the present invention is the above highly thermal resistant metal  
joining method in which the Sn or the Sn alloy is powderized, a filler paste in which  
flux has been kneaded is applied on a metal foil pattern that is the joined part of a  
printed circuit board, leads that are the joined part of an electronic component are



mounted on the metal foil pattern, a lower end part of a pressurizing/heating apparatus is placed over the leads, the filler paste is melted by heating the leads to attach the leads to the metal foil pattern, and the filler paste applied to the metal foil pattern is melted, wherein in a process of continuously heating and supporting, a pressure of 0.001 to 3.0 Kg/mm<sup>2</sup> is applied to the joined parts. Also, the present invention is the above highly thermal resistant metal joining method in which protruding parts are provided on the side on which the leads contact the metal foil pattern and the pressure of 0.001 to 3.0 Kg/mm<sup>2</sup> is applied to the joined parts so that the dispersion of the liquid phase can be promoted. In addition, the present invention is the above highly thermal resistant metal joining method carried out in a reducing gas atmosphere or an inert gas atmosphere.

[0007] According to the present invention, during joining the filler is heated and therefore uniformly becomes a liquid phase or a mixture of solid phase and liquid phase, which naturally promotes the dispersion of the liquid phase between the joined surface and the filler. The reason that the join strength of the soldered joints is not especially high and that both sides can come apart when the melting temperature is reached again is that a filler phase remains in the joins. As shown in FIGS. 1 and 2, if the gap due to the solder alloy filler 3 between the joined parts 1, 2, of two joined metals is set as the gap  $t$ , there is a parabolic reduction in the strength of the joins as the gap  $t$  increases, and when the gap  $t$  is increased and reaches the right side, the join strength becomes almost constant at the same strength as that of the solder alloy filler 3. Here, the present invention carries out dispersion until the filler phase is eradicated, so that the gap  $t$  is almost totally eradicated and interatomic bonding becomes possible close to the vertical

axis in FIG. 1. This means that the join strength clearly exceeds the strength of the solder alloy filler 3 itself. In the actual joining process, one problem is how to reduce the dispersion time. It is possible to determine the extent of the eradication of the solder alloy filler by continuously observing the progress of the eradication, such as by  
5 looking at cross sections of test pieces after a test using a microscope or by measuring changes in the electrical resistance of the joins over time.

[0008] It is also possible to use the following conditions as factors for promoting dispersion at the joins.

- 10 (1) At least part of the filler is in the liquid phase at the melting start temperature.
- (2) The amount of filler is reduced to the greatest possible extent to make the thickness of the filler as thin as possible.
- (3) Pressure is applied to the joins from outside to reduce the widths of the gaps in the joins.
- 15 (4) The dispersion temperature is a raised temperature within a range of the allowed heating temperatures of the joined materials.
- (5) The dispersion temperature is maintained as long as cost considerations allow.
- (6) The dispersion process should preferably be carried out in an inert gas atmosphere, a reducing gas atmosphere, or in a vacuum.

20

[0009] When a Pb-free composition is desired, the filler composition that is one factor in the dispersion is based on Sn metal and does not include Pb. It should also be clear that in terms of the dispersion temperature, a metal with a suitable eutectic structure/composition is selected so as to lower the melting start temperature. It is also

possible to produce a multiple-element eutectic alloy with three, four, or more elements by combining additional elements with Sn in a eutectic alloy, which makes it possible to further lower the melting point. As can be seen from a collection of constitutional diagrams, examples of elements that can form a eutectic alloy based on Sn include Ag, Au, Bi, Ca, Ce, Cu, Ge, In, La, Li, Mg, Na, P, Pb, and Zn. In a case where the filler composition is decided according to the above composition, a temperature range in which the liquid phase is present in the solder alloy, or in which the liquid phase and the solid phase coexist is set as the dispersion temperature. Fundamentally speaking, if the external conditions are fixed, dispersion for the same compositions is related to time and temperature, so that the required dispersion time is determined.

[0010] During the dispersion, it is important for no gaps to exist between the joined metals, so that applied pressure is also an important condition for dispersion. For example, although it is possible to apply pressure with the pressurizing/heating apparatus shown in FIG. 2, when a QFP mounter or the like is used, the effect of the added pressure also extends to the terminals themselves of an LSI chip or the like. As the heating atmosphere, in view of the oxidizing tendency of the filler metal used, carrying out dispersion in an inert gas atmosphere is favorable. As one example, the above applies when an Sn-Ag-Li-type Sn-based ternary eutectic alloy is used as the filler. Next, as a treatment for the dispersed surfaces of the joined objects, it is preferable to remove oxide in advance, but in view of the material of the joined metals, one or more of Ag, Au, Bi, Ca, Ce, Cu, Ga, Ge, In, La, Li, Mg, Na, P, Pb, and Zn is selectively added as a filler composition that is based on Sn, for example. After this, it is also effective to thinly apply zinc chloride as an inorganic substance or a rosin-type

substance as an organic substance onto the joined metal in advance as a dispersion accelerator, as this can assist in reducing the dispersion time. It is also effective to coat the filler alloy itself in advance with the above kind of accelerator.